



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04189484 A**

(43) Date of publication of application: 07 . 07 . 92

(51) Int. Cl

B25J 9/10
B25J 15/08

(21) Application number: **02315795**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(22) Date of filing: 22 . 11 . 90

(72) Inventor: **KANAMORI AKIHIKO**

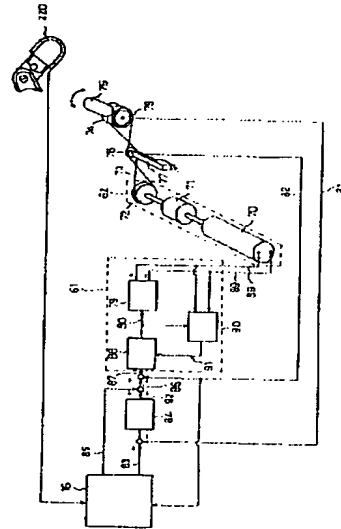
(54) GRASPING CONTROL METHOD OF ROBOT HAND

(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent any slip of an object of grasping when the slip of the object of grasping is detected at finger tips of plural-fingers and plural-joints type robot hand during holding of the object of grasping by increasing the grasping power of the fingers by a predetermined quantity.

CONSTITUTION: A sensor 220 which detects any slip of an object of grasping is provided on the finger tips of a robot hand. Next, when the slip of the object of grasping at the finger tips of a plural-fingers and plural-joints type robot hand is detected by the sensor 220, during holding of the object of grasping power of the fingers is increased by a predetermined quantity by means of a grasping power control device 16. Thereby, the object of grasping can be certainly grasped by the minimum grasping power.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-189484

⑮ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)7月7日

B 25 J 9/10
15/08

W

8611-3F
8611-3F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑬ 発明の名称 ロボットハンドの把持制御方法

⑯ 特 願 平2-315795

⑰ 出 願 平2(1990)11月22日

⑱ 発 明 者 金 森 彰 彦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑳ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

ロボットハンドの把持制御方法

2. 特許請求の範囲

1. 少なくとも1つの関節を有する指を複数本有し、各指の把持力が予め教示された複数段階の1つの把持力に到達する毎に、順次次の段階の把持力を発生させる多指多関節型ロボットハンドの把持制御方法であって、

把持対象物を把持中に、該多指多関節型ロボットハンドの指先で該把持対象物の滑りが検知された場合は、各指の把持力を所定量増加することを特徴とする多指多関節型ロボットハンドの把持制御方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、ロボットハンドの把持制御方法に係わり、さらに詳しくは把持対象物を比較的小さい把持力で把持した場合にも把持対象物が滑り落ちることを防止することができる把持制御方法に関

する。

〔従来の技術〕

ロボットに一定の動作をおこなわしめる場合、予め動作順序および動作内容を教示し制御装置内の記憶装置に記憶させ、その記憶内容を順次読み出す方法を採用することが一般的である。

しかしながらロボットが行う仕事の対象物の存在位置は必ずしも教示段階と同一ではなく、幾分かの偏差を有する場合が多い。

このように予め教示された位置から把持の対象物がずれていても確実な把持を可能とするための方法として、本出願人は各指毎に順次大となる複数の把持力を設定し1つの把持力に到達する毎に次の段階の把持力を発生させる把持制御方法を提案した(特願平2-179430)。

即ち第6図は先に提案したロボットハンドの把持制御方法の原理図であり、指の初期位置をP₀、ロボットハンドに動作を教示したときの把持位置をP₁、とすると、把持対象物を把持するための動

作を開始する前に P_0 、 P_1 に基づいて仮想把持位置 P_2 を算出する。

例えば P_0 と P_1 を結ぶ直線上で指が最も閉じた位置を P_2 とすることができる。

またロボットハンドと把持対象物との相対位置の偏移が大であり指を最も閉じた位置まで移動させても把持対象物に接触しない場合は、 P_0 を頂点とし P_0 と P_1 を結ぶ直線を軸とする円錐の底面の他の点を新たな仮想把持位置 P_2 として、再度指を P_2 から仮想把持位置 P_2 に向かって動かすようにすることも可能である。

なお第6図において P_0 および P_1 はそれぞれ指の現在位置、指が把持対象物と接触する位置を示す。

指を動作させながら把持力検出器の出力を監視し、検出把持力が第1の把持力目標値と等しくなったときに把持対象物に接触したと判断する。全指が第1の把持力に到達した後把持力目標値を第2の把持力目標値に変更し、把持対象物を確実に把持するものである。

(3)

【作用】

このようなロボットハンドの把持制御方法によれば、初期把持力を比較的小さな値に設定しても把持対象物を把持している間に、指先に設置したセンサにより把持対象物の滑りを検出した場合には、把持力を所定量増加することによって滑りを防止することができ、適切な把持力で把持することが可能となる。

【実施例】

第1図はロボットのアームAの先端に取り付けられたロボットハンドの1例を示す構造図である。

このロボットハンドはそれぞれ3つの関節211、212、213を有する3本の指21、22、23からなり、第1指21と第2指22は相互の中心軸が平行となり、第3指23を挟み込むように配置され、第3指は中心軸が第1指および第2指の中心軸と20〜60度をなし指先が第1指および第2指の指先と対向するように配置される。

また各指の指先には、分布型接触センサ220

(5)

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記提案方法においては、把持対象物の位置が予め教示された位置からずれた場合であっても把持対象物を把持することが可能となるものの、ロボットハンドの指と把持対象物の重心との相対位置が教示時と相違するために、把持力が小さい場合は把持対象物が滑り易いという問題があった。

本発明は上記問題点に鑑み、比較的小さな把持力であっても把持対象物が滑り落ちることを防止できる把持制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明は、ロボットハンドの指先に把持対象物の滑りを検出するセンサを設置し把持対象物の把持中に、多指多関節型ロボットハンドの指先で把持対象物の滑りが検知された場合は当該指の把持力を所定量増加することにより、把持対象物を最小限の把持力で確実に把持できるようにしたものである。

(4)

が取り付けられ、この分布型接触センサの出力は把持力制御装置16に入力される。

第2図は上記のロボットハンドの各指21、22、23の各関節211、212、213の制御装置の構成図、第3図は第1図に示すロボットハンド全体の制御装置の構成図である。

即ち第1図に示すロボットハンドはそれぞれ3つの関節を有する3本の指で構成されているが、各関節の制御装置はモジュール化されており、第2図に示す関節制御装置3つで1本の指に対応する制御装置が構成され、この指制御装置3つとロボットハンド制御装置でロボットハンド全体の制御装置が構成される。

各関節の制御装置は第2図に示すように、電動機70の駆動力は電動機70の軸上に減速機71を介して取り付けられた駆動プーリ72から駆動力伝達手段であるワイヤーロープ73により、関節のリンク機構75に固定されたジョイントプーリ74に伝達される。

ジョイントプーリ74が受ける把持力は、駆動

(6)

ブーリ 72 とジョイントブーリ 74 のほぼ中間に設置されたアイドルブーリ 76 を固定する梁状銅片 77 に設置された例えばストレインゲージのような把持力検出器（図示せず）によって検出され、関節のリンク機構 75 の回転角度はジョイントブーリ 74 に取り付けられた角度センサ 78 で検出される。

この角度センサ 78 の出力は角度目標値 83 と比較され、両者の偏差に仮想バネ定数 k が乗算器 84 において乗算され仮想把持力指令 92 となる。

即ち関節の角度と把持力を同時に制御するために、角度制御と把持力制御の比率を制御する仮想バネ定数が設けられている。

仮想把持力指令 92 は把持力目標値 85 と加算されて把持力指令 86 となり、梁状銅片 77 に取り付けられた把持力検出器出力との偏差から修正把持力指令 87 が演算され、補償器 88 に入力される。

補償器 88 では、修正把持力指令 87 と推定電動機回転速度 91 に基づき電流指令値 80 を出力

する。この電流指令値 80 に基づき可変電流源 79 の出力電流が制御され、電動機の駆動力が制御される。

補償器 88 は電動機電圧 89 と電流指令値 80 から下記に基づき推定電動機回転数を演算する。

電動機の回転子インダクタンスが無視できるとき、次式がなりたつ。

$$N_m = (V_g - I_m \cdot R_m) / K_v \quad (1)$$

ただし N_m : 推定電動機回転数

V_g : 実測電動機端子電圧

I_m : 可変電流源出力電流

R_m : 電動機のロータ抵抗

K_v : 電動機の逆起電力定数

ここで可変電流源出力電流 I_m は、可変電流源 79 が定電流特性を有するため、電動機の負荷が変動しても電流指令値 80 (I_{mt}) に比例した一定電流値に維持され、さらに電動機のロータ抵抗 R_m 、電動機の逆起電力定数 K_v は既知であるため次式から推定電動機回転数を演算することが可能となる。

(7)

(8)

$$N_m = (V_g - \alpha \cdot I_{mt} \cdot R_m) / K \quad (2)$$

ただし α : 可変電流源の比例定数

この補償器 88 の使用により、従来使用していたタコメータのような回転数センサを使用することなく、関節制御系にダンピングをあたえ、安定な制御系を構成することが可能となる。

さらに各指の指先には把持対象物の移動中に把持物体と指先の相対的変位を検出するために分布型接触センサ 220 が設置され、この分布型接触センサ 220 の出力は把持制御装置 16 に入力される。

第 4 図は本発明に適用可能な分布型接触センサの例を原理図であって、(a) は感圧型センサ、(b) は光学式センサである。

即ち (a) の感圧型センサにおいては、感圧型ゴムシートの両面に楕形の電極を相互に直行するように配置し、各電極に順次電圧を印加し、2つの電極の交点の変位を抵抗の変化として検出する。

この交点の抵抗値を例えばマイクロコンピュータで構成された把持制御装置 16 で処理して 2 次

元のパターンとして表し、このパターンの変化から把持対象物の滑りを検出することが可能となる。

また (b) の光学式センサにおいては、透明なアクリル板の側面から光を照射すると、アクリル板の表面で光は全反射して、その内部を進行する。

アクリル板の表面に白色シートを置き、シートに物体が押し付けられると、その場所で光は下方に散乱する。

この散乱強度は物体とシートの接触面積に比例するため、例えば本図に示す如く接触面に凹凸をつけて物体とシートが接触したときに面積が変化するようになれば、フォトランジスタで光量の変化を検出することにより、接触状態を検出することができる。

分布型接触センサとしてはそのほかに磁気抵抗素子、圧電素子あるいは圧電フィルムを使用したものが開発されており、いずれも本発明に適用することが可能である（例えば「省力と自動化」1989年10月号72-73頁参照）。

把持制御装置 16 は上記の分布型接触センサ出

(9)

(10)

力が入力されるほか、ロボットハンド制御装置 5 から出力される各関節の回転角度指令、把持対象物に接触したことを検知するための第 1 の把持力目標値あるいは把持対象物を確実に把持するための第 2 の把持力目標値および梁状鋼片 77 に取り付けられた把持力検出器の出力が入力され、各関節制御系に対して角度目標値 83 および把持力目標値 85 を出力する。

把持対象物を把持した後、その状態で把持対象物を移動中に 3 本の指の指先に設置した分布型接触センサが把持対象物の滑りを検出した場合には、各指の把持力を予め設定した所定量増加し把持対象物が滑り落ちることを防止する。

第 5 図は把持位置制御手段 16 で実行される本発明に係る把持制御方法のフローチャートである。

ステップ 501 でロボットハンドの初期位置 P。と予め教示された把持位置 P₁ に基づき仮想把持位置 P₁ の座標を算出する。なお P₁ の座標は予め教示された把持位置 P₁ よりもロボットハンドの指を閉じた方向に定められ、把持対象物が予め

教示された把持位置 P₁ より指を開いた方向あるいは閉じた方向のいずれの側に偏移した場合にも把持可能のように定められる。

ステップ 502 で関節制御系の回転角度目標値 83 として初期位置 P。から仮想把持位置 P₁ までの移動に対応した回転角度が設定され、把持力目標値 85 として予め定められた第 1 の把持力目標値が与えられロボットハンドの指が開方向に動作する。

ステップ 503 で梁状鋼片 77 に設置された把持力検出器の出力を読み取り、ステップ 504 で把持力検出器の検出した現把持力が予め設定された第 1 の把持力目標値より大であるか否かが判定される。

ステップ 504 で否定判定された場合は、把持対象物にロボットハンドが接触していないものと判断してステップ 502 にもどり指の開方向動作を続ける。

ステップ 504 で肯定判定された場合はステップ 505 で指の開方向動作を停止し、ステップ 5

(11)

06 で把持対象物を確実に把持するために予め定められた第 2 の把持力目標値が把持力目標値 85 に設定され、所定の把持力を発生させる。

そしてステップ 508 において分布型接触センサ 220 で把持対象物と各指先の接触位置を検出し初期接触位置として記憶する。

この状態でステップ 509 において把持対象物の移動を開始する。

ステップ 510 で移動完了であるか否かを判定し、肯定判定された場合は制御を終了する。

ステップ 510 で否定判定された場合はステップ 511 で分布型接触センサ 220 で把持対象物の接触位置を検出する。

ステップ 512 で初期接触位置とステップ 511 で検出された接触位置に変化があるか否か、即ち把持対象物に滑りが発生したか否かを判定する。

ステップ 512 で否定判定された場合はステップ 510 に戻り、移動を続行する。

一方ステップ 512 で肯定判定された場合はステップ 513 で把持力を増加し、ステップ 510

(13)

(12)

に戻る。

なお上記第 1 の把持力目標値と第 2 の把持力目標値は以下のように定めることができる。

即ちロボットハンドに動作を教示する段階で把持対象物を確実に把持するために必要とした把持力を第 2 の把持力目標値とし、この値に接触したことを確実に検出でき、かつ接触したときに把持対象物を損傷しないように 1 以下の一定の割合を乗算して第 1 のトルク目標値として定めることが可能であり、ロボットハンドが作動中にこの割合を修正することも可能である。

さらに把持対象物移動中に滑りが検出された場合は第 2 の把持力目標値に 1 以上の一定割合を乗算することにより把持力を増加することができる。

なお本実施例においては把持力目標値を 2 段階に設定することとしているが、3 段階以上の目標値を順次切り替えるようにすることも可能である。

また把持力目標値は、把持対象物の重心との関連で各指各関節毎に異なる目標値を設定することもできる。

(14)

さらに本実施例においては各指各関節の把持力をブーリがうける反力により検出することとしているが、把持部材の応力、指先に設置した圧力センサあるいは駆動モータに流れる電流から把持力を検出することも可能である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、把持対象物を把持して移動中滑りが発生したときには把持対象物が滑り落ちることを防止するのに必要なだけ把持力を増加することにより把持対象物が滑り落ちることを防止できる。

さらに過剰に把持力が増大することが抑制され把持対象物を損傷することも防止できる。

4. 図面の簡単な説明

- 第1図はロボットハンドの1例を示す構造図、
第2図は関節制御装置の構成図、
第3図はロボットハンド全体の制御装置構成図、
第4図は分布型接触センサの原理図、
第5図は本発明に係る把持制御を実行するため

のフローチャート、

第6図は従来の把持制御の原理図である。

特許出願人

トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

弁理士 青 木 朗

弁理士 石 田 敬

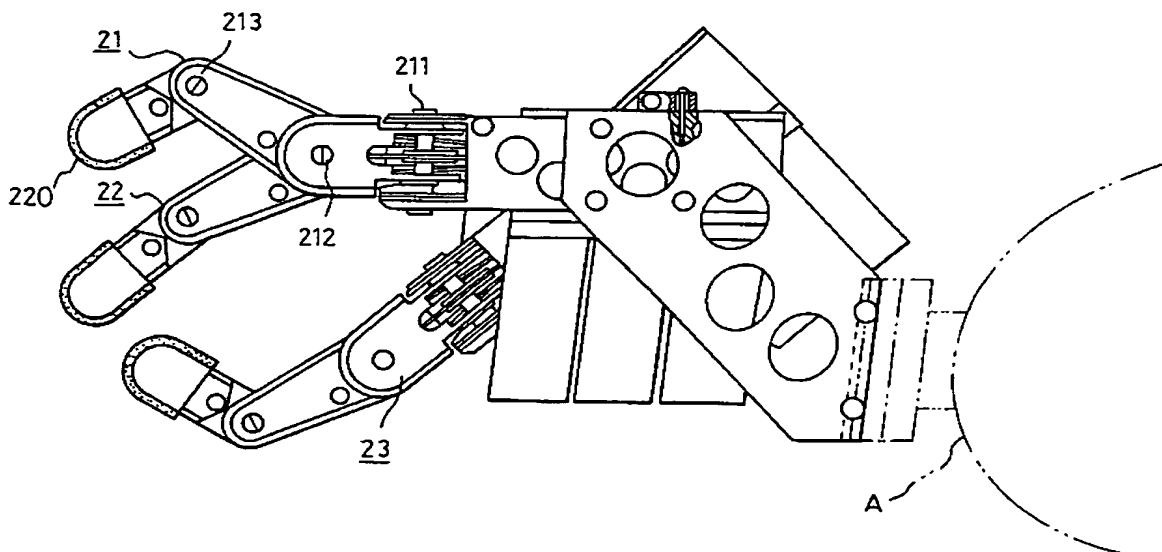
弁理士 平 岩 賢 三

弁理士 山 口 昭 之

弁理士 西 山 雅 也

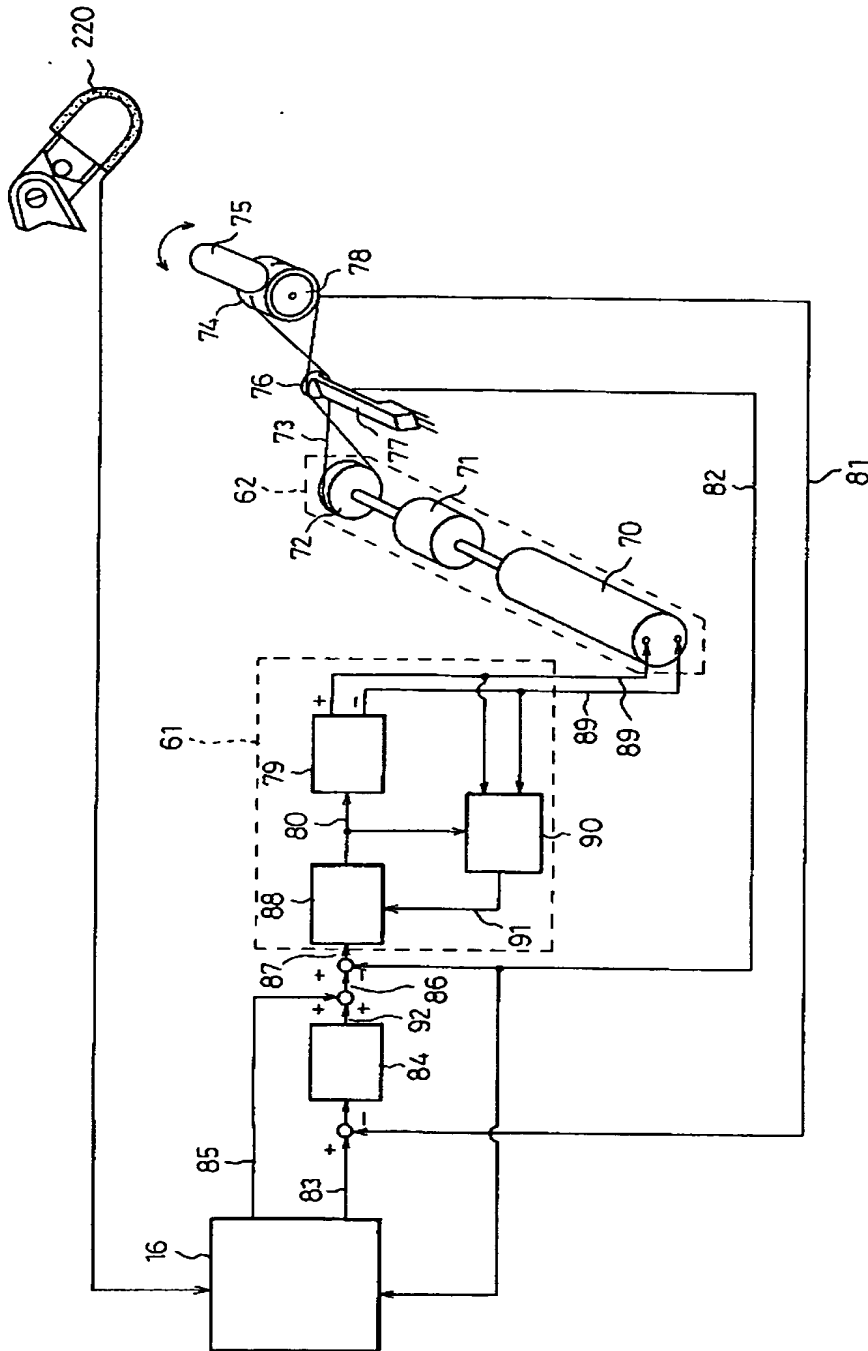
(15)

(16)

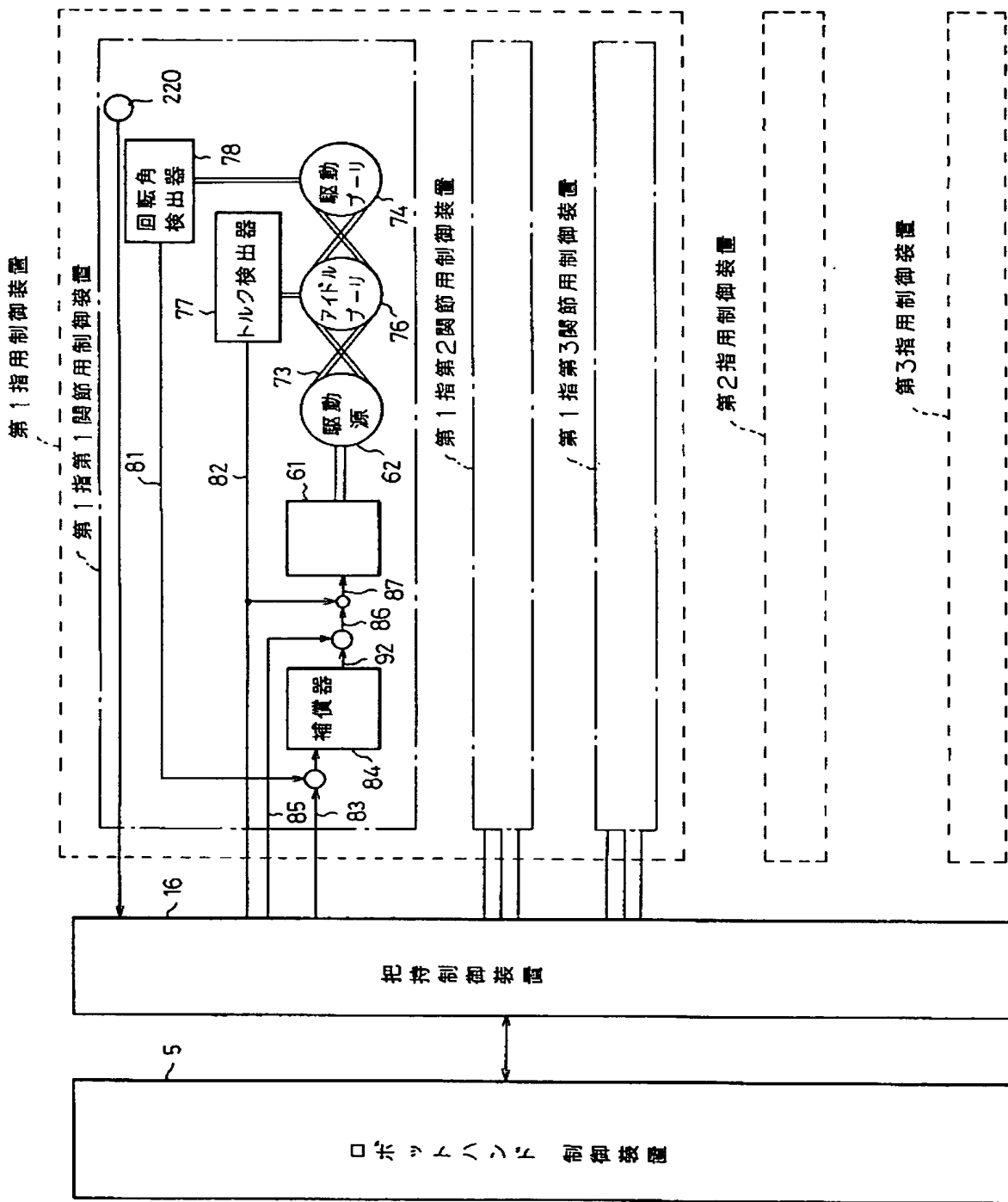


ロボットハンドの例

第 1 図

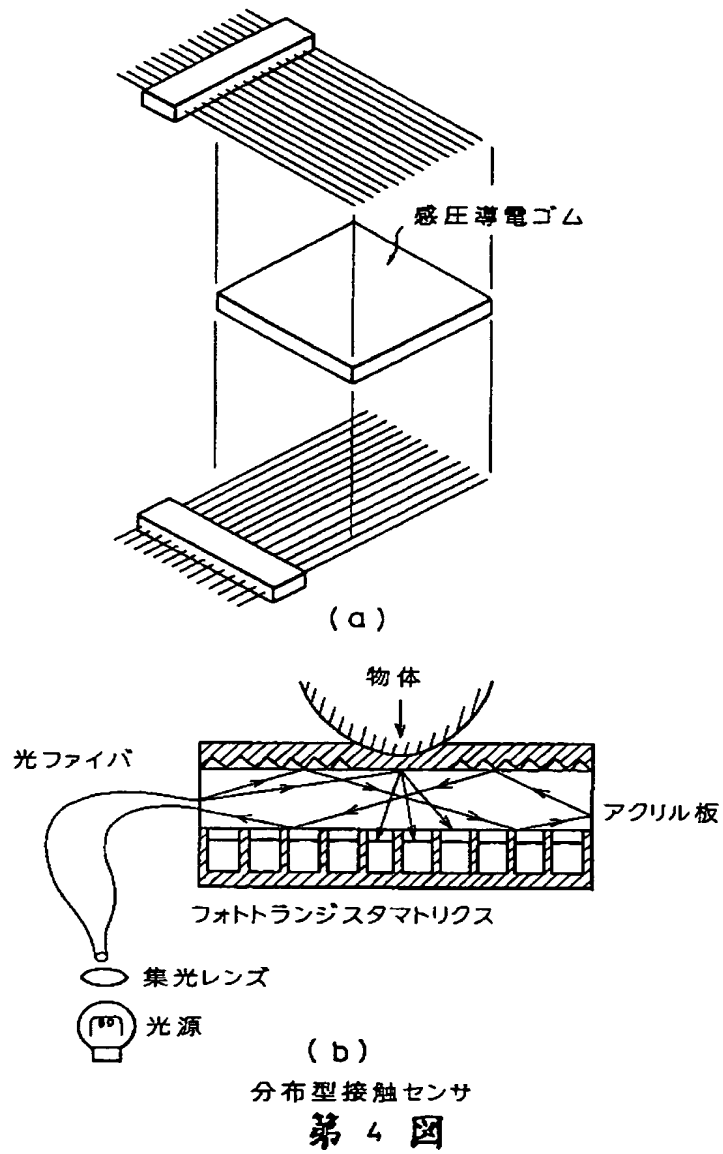


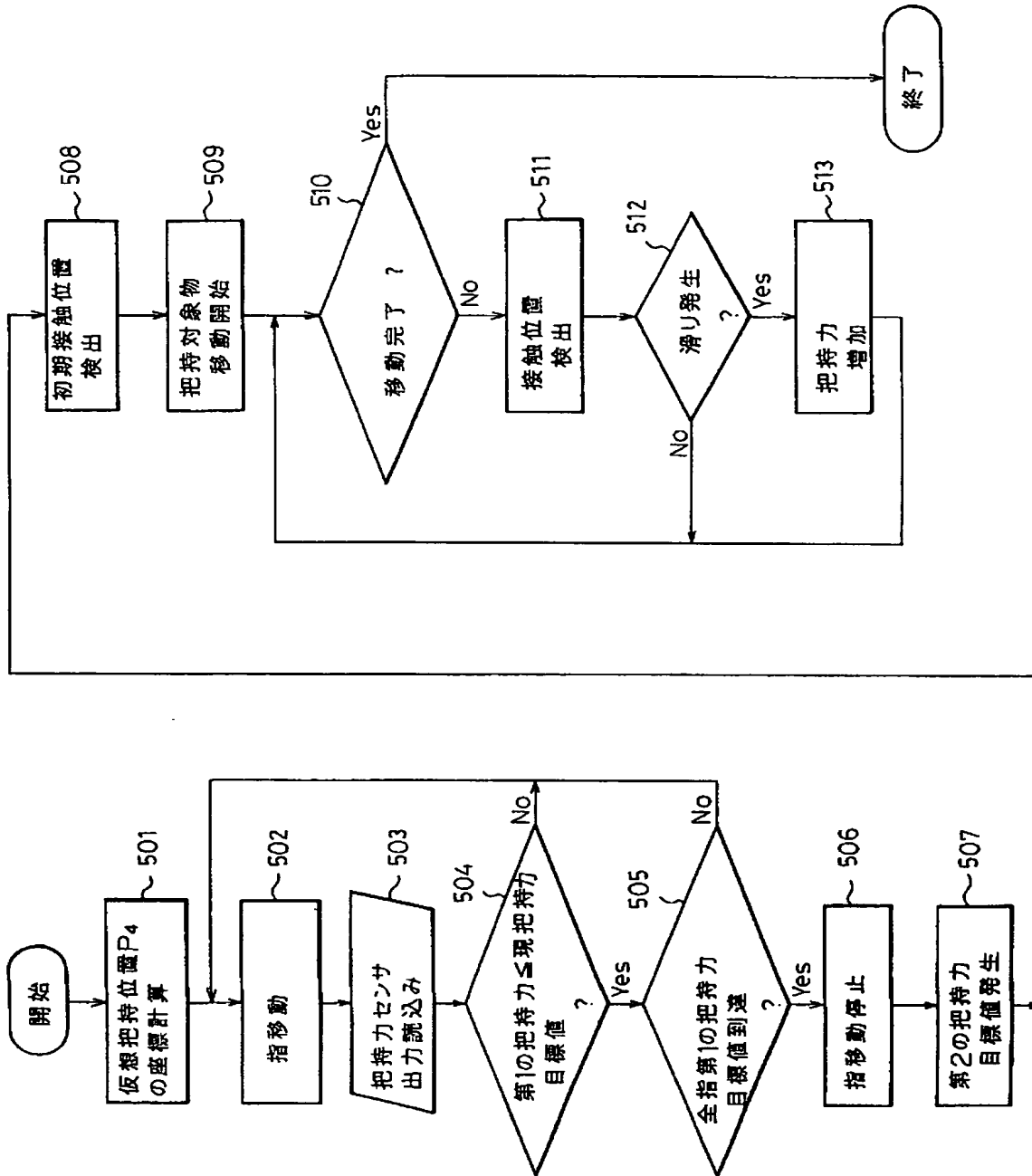
閥制御装置の構成
第 2 図



ロボットハンドの全体の制御装置の構成図

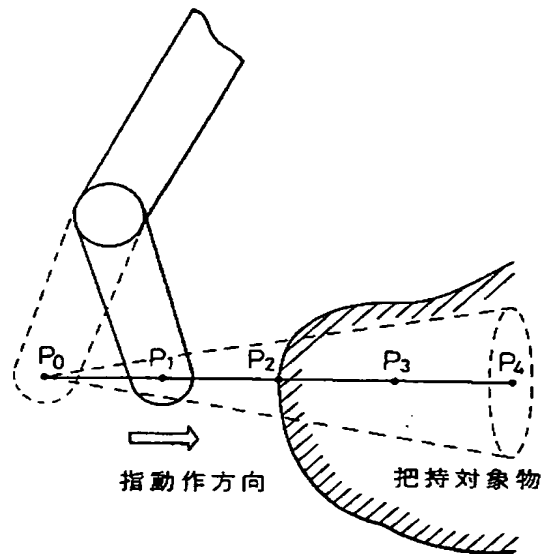
第3図





把持制御フローチャート

第5図



把持制御原理図

第 6 図